AMAZONIANA XIX (3/4): 209-216 Kiel, June 2007

Temperatura y fotoperíodo: qué influencia ejercen en el desarrollo ninfal de *Cornops aquaticum* (Orthoptera: Acrididae)?

by

S. Capello, J. Adis & M.L. de Wysiecki

Lic. Soledad Capello, Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET-UNL), José Maciá 1933, 3016 Santo Tomé, Santa Fe, Argentina; e-mail: solecapello1@yahoo.com.ar
Prof. Dr. Joachim Adis, Instituto Max-Planck para Limnología (Ecologia Tropical), Plön, Alemania; e-mail: adis@mpil-ploen.mpg.de
Dr. María Laura de Wysiecki, Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE), Calle 2 nº 584, 1900 La Plata, Argentina; e-mail: mlw@cepave.edu.ar
(Accepted for publication: April, 2007).

Temperature and photoperiod: what affects the nymphal development of *Cornops aquaticum* (Orthoptera: Acrididae)?

Abstract

Development of the semi-aquatic acridid *Cornops aquaticum* on *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) was investigated in the laboratory. Influence of constant (12 and 27 °C) and variable (36/3 °C and 36/4.5 °C) temperatures as well as constant (24 h day) and variable (14 h day/10 h night) photoperiods were analysed. The highest survival of nymphs (69 %) was obtained under an extreme photoperiod (24 h day) and constant temperature (27 °C). Both temperature and photoperiod were important for the development and number of nymphal stages, indicating a synergic effect.
Keywords: **temperature, photoperiod, nymph, development, Acrididae, *Cornops*.**

Resumen

El desarrollo del acrídido semi-acuático *Cornops aquaticum* sobre *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) fue investigado en laboratorio. Se analizó la influencia de temperaturas constantes (21 y 27 °C) y variables (36/3 °C, y 36/4,5 °C) y de fotoperíodos constantes (24 h día) y variables (14 h día/10 h noche). La mayor supervivencia de ninfas (69 %) se obtuvo con el fotoperíodo extremo (24 h día) y temperatura constante (27 °C). Tanto la temperatura como el fotoperíodo resultaron importantes para el tiempo de desarrollo y el número de estadios ninfales, indicando un efecto sinérgico.

Introducción

Cornops aquaticum (BRUNER, 1906) es un acrídido que habita desde el sudeste de México hasta el centro de Argentina y Uruguay, desarrollando su ciclo de vida sobre diferentes especies de *Eichhornia* spp. (Pontederiaceae), especialmente *Eichhornia crassipes* y *E. azurea* (ADIS et al. 2007).

Eichhornia crassipes es considerada de origen sudamericano y ha sido introducida

ISSN 0065-6755/2007/209/ © MPI für Limnologie, AG Tropenökologie, Plön; INPA, Manaus

en África, Asia, Australia y América del Norte como especie ornamental donde, por su rápida dispersión y adaptabilidad, se ha extendido en una proporción alarmante, causando serios problemas económicos que la han llevado a ser considerada la peor maleza tanto en los cuerpos de agua leníticos como lóticos (GOPAL 1987; JULIEN & GRIFFITHS 1998).

Diversos estudios acerca del ciclo biológico e impacto alimentario de *C. aquaticum* están siendo llevados a cabo por la posibilidad de que este acrídido sea utilizado como controlador biológico de *Eichhornia* spp. (ADIS & JUNK 2003; FERREIRA & VASCONCELLOS-NETO 2001; OBERHOLZER & HILL 2001; SILVEIRA GUIDO & PERKINS 1975; VIEIRA & SANTOS 2003; FRANCESCHINI et al. 2005).

Existen varios factores externos que pueden influenciar el tiempo de desarrollo y el número de estadios ninfales en los artrópodos. Entre los principales se encuentran la insolación anual, el fotoperíodo, la temperatura, la alimentación y el parasitismo, entre otros. Distintos trabajos mencionan que el fotoperíodo sería el factor que mayor incidencia tiene en los ciclos vitales estacionales (NYLIN & GOTTHARD 1998; DAVID et al. 2003; TANIGUCHI & TOMIOKA 2003). Sin embargo, para otros autores (OMKAR 2002; ROY et al. 2002, PIESIK 2006), la temperatura es el principal factor que influencia la tasa de desarrollo en los insectos y determina todas las funciones biológicas (SAMIETZ et al. 2005). Con respecto a *C. aquaticum*, ADIS et al. (2004) mostraron que existe variación en la cantidad de estadios y tiempo de desarrollo según la temperatura y/o fotoperíodo a las que son expuestas las ninfas.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente trabajo es analizar la influencia de distintas temperaturas y fotoperíodos en el ciclo de vida de *C. aquaticum*, así como evaluar posibles efectos sinérgicos.

Material y métodos

Se realizaron crías de *C. aquaticum* a distintas temperaturas y fotoperíodo (luz día de 60W): Cría I - 36/3 °C y 14/10 h día/noche (condiciones naturales); Cría II - 27 °C y 14/10 h luz/noche; Cría III - 27 °C y 24 h luz; Cría IV - 36/4,5 °C y 24 h luz; Cría V - 21 °C y 14/10 h luz/noche.

Las ninfas del primer estadio fueron recolectadas sobre plantas de *Eichhornia crassipes* durante enero y febrero de 2005 en lagunas ubicadas en la llanura aluvial del Río Paraná Medio (Santa Fe, Argentina). Para identificarlas se utilizó la medida del fémur posterior (de 3-4 mm de longitud) de acuerdo a FRANCESCHINI et al. (2005). Las ninfas fueron colocadas individualmente en recipientes de aproximadamente 250 ml, con algodón humedecido en la base junto con hojas de *E. crassipes* y tapados con film transparente.

En las Crías I y III se utilizaron 26 individuos, respectivamente; mientras que las Crías II, IV y V se realizaron con 25 individuos cada una. Cada dos días se renovaron las hojas de *E. crassipes* y se registraron los datos para obtener la supervivencia, la duración de cada estadio y el número de estadios por sexo.

Solamente fueron considerados los datos de las ninfas que alcanzaron el estado adulto. Para efectuar las mediciones los individuos fueron manipulados con tul, a fin de no dañarlos; las exuvias fueron etiquetadas y conservadas en alcohol al 90 %.

Para determinar si había diferencias significativas entre los atributos medidos de las diferentes crías, se aplicó GLM (General Lineal Model) con ANOVA ($\alpha = 0{,}05$) y homogeneidad avalada por el Test de LEVENE utilizando el programa SPSS 7.5, previa transformación de los datos a log10. Se utilizó la prueba de KRUSKAL-WALLIS para comparar crías y la prueba de MANN-WHITNEY para comparar pares de crías, del programa estadístico XLSTAT 7.5.3

Resultados

La mayor supervivencia de las ninfas (69,2 %), se registró en la Cría III con tempera-

tura (27 °C) y fotoperíodo (24h luz) constantes. En la Cría V (21 °C, 14/10 h luz/-noche), sólo 2 ninfas llegaron hasta el tercer estadio (Fig. 1, Tabla 1).

En la Cría I (condiciones naturales: 36/3 °C, 14/10 día/noche), 16 individuos (5 machos y 11 hembras), alcanzaron el estado adulto. La duración media fue de 43,0 ± 13,2 días (Tabla 1). Los machos representaron el 31,3 % del total de ninfas y tuvieron 5 estadios ninfales. De las hembras (68,7 %), seis (37,5 %) tuvieron 5 estadios ninfales y cinco (31,2 %) 6 estadios ninfales (Figs. 2, 3).

En la Cría II (27 °C, 14/10 h luz/noche), 14 individuos (6 machos y 8 hembras) alcanzaron el estado adulto, con una duración media de 36,1 ± 5,3 días (Tabla 1). Los machos representaron el 42,9 % del total de ninfas y tuvieron 5 estadios ninfales. De las hembras (57,1 %), siete (50,0 %) tuvieron 5 estadios ninfales y una (7,1 %) tuvo 6 estadios ninfales (Figs. 2, 3).

En la Cría III (27 °C, 24 h luz), 18 individuos (8 machos y 10 hembras) llegaron a adultos en 32,7 ± 4,9 días (Tabla 1). Los machos representaron el 44,4 % del total de ninfas, siete (38,8 %) tuvieron 5 estadios ninfales y uno (5,6 %) tuvo 6 estadios. De las hembras (55,6 %), cuatro (22,3 %) tuvieron 5 estadios ninfales y seis (33,3 %) 6 estadios ninfales (Figs. 2, 3).

En la Cría IV (36/4,5 °C, 24 h luz), 13 individuos (7 machos y 6 hembras) llegaron a adultos en 74,9 ± 14,6 días (Tabla 1). Los machos representaron el 53,8 % y tuvieron 5 estadios ninfales. Las hembras (46,2 %) tuvieron 5 estadios ninfales (Figs. 2, 3). En este tratamiento se registró el estado ninfal más largo, ya que, aunque se observaron 5 estadios tanto en hembras como en machos, el tiempo promedio de cada estadio fue el mayor en las restantes crías (Tabla 1).

Comparando el tiempo promedio de duración de cada estadio entre las diferentes crías, hubo diferencias significativas entre las cuatro crías (KRUSKAL-WALLIS: $p < 0{,}0001$), por siendo la cría IV, donde se observó la mayor duración del ciclo (Tabla 1).

Analizando los resultados de las crías con igual temperatura (Cría II y Cría III), no existieron diferencias significativas en la duración del estadio ninfal (KRUSKAL-WALLIS: $p = 0{,}098$). En la Cría III se registró 1 macho con 6 estadios ninfales y la proporción de hembras con 6 estadios fue mayor que en la Cría II (33,3 % y 7,1 % respectivamente), registrándose diferencias significativas en la cantidad de estadios ninfales (MANN-WHITNEY: $p = 0{,}043$).

Los resultados de las crías con igual fotoperíodo se dividieron en dos grupos para el análisis: las Crías I y II con un fotoperíodo de 14 horas de luz y las Crías III y IV con 24 horas de luz. En el primer grupo las ninfas fueron sometidas 14 horas de luz y 10 horas de noche. Se observó que las ninfas de la Cría II tardaron, en promedio, menos tiempo en llegar al estado adulto que la Cría I, pero la cantidad de estadios ninfales fue similar (MANN-WHITNEY: $p = 0{,}105$). En cambio, cuando la luz fue constante (Cría III y IV), se observaron diferencias significativas tanto en la cantidad de estadios ninfales ($p = 0{,}012$) como en el tiempo de desarrollo de las ninfas ($p < 0.001$) (Tabla 1). La cantidad de días que tardaron las ninfas en llegar al estado adulto no fue significativamente diferente para el sexo ($F = 0{,}03$; $p = 0.866$) pero sí para las diferentes crías realizadas ($F = 47{,}2$; $p < 0{,}001$).

Discusión

La mayor supervivencia (69,2 %) se observó cuando la temperatura y fotoperíodo fueron constantes (Cría III: 27 °C, 24 h luz), coincidiendo con lo obtenido por AMO-

RIM & ADIS (1995) para *Stenacris f. fissicauda* (Orthoptera: Acrididae) en Amazonia Central. Una temperatura constante más baja (21 °C) junto con la luz oscilante (Cría V: 21 °C, 14 h luz, 10 h noche), aparentemente representa una situación desfavorable para las ninfas jóvenes resultando en una mortalidad total.

Los resultados demostraron que, ante una temperatura óptima (Cría II y III: 27 °C) hay una influencia del fotoperíodo sobre el desarrollo de *C. aquaticum*. Cuando el fotoperíodo fue constante y extremo (Cría III: 24 h), apareció un estadio ninfal adicional (6° estadio) en los machos, aunque en muy bajo porcentaje (7,1 %) y aumentó la proporción de hembras con 6 estadios (Fig. 3). Además, en esta cría se registró la mayor supervivencia y el menor tiempo de desarrollo. ADIS et al. (2004), encontraron un efecto del fotoperíodo sobre la cantidad de estadios en *C. aquaticum* en Amazonia Central sólo en hembras.

En las Crías III y IV se observó que la diferencia de estadios fue consecuencia de la temperatura, ya que ambas crías fueron sometidas al mismo fotoperíodo (Fig. 3, Tabla 1). Estos resultados contradicen la idea tradicional de que la temperatura afecta principalmente al tiempo de desarrollo, mientras que el fotoperíodo influye en la cantidad de estadios.

Se pude concluir que, para el desarrollo de ninfas de *C. aquaticum* es fundamental el efecto de la temperatura para completar exitosamente toda la fase. Si la temperatura de cría es óptima, el fotoperíodo comienza a cobrar importancia dependiendo si éste es variable o constante, pero no siempre actúa sobre la cantidad de estadios, demostrando que las variables ambientales actúan sinérgicamente.

Agradecimientos

Esta contribución forma parte de los proyectos Host-Insect Co-evolution on Waterhyacinth (HICWA) del Instituto Max-Planck para Limnología en Plön, Alemania (www.mpil-ploen.mpg.de).

Referencias bibliográficas

ADIS, J. & W.J. JUNK (2003): Feeding impact and bionomics of the grasshopper *Cornops aquaticum* on the water hyacinth *Eichhornia crassipes* in Central Amazonian floodplains. - Studies on Neotropical Fauna and Environment **38**(3): 245-249.

ADIS, J., BUSTORF, E., LHANO, M.G., AMEDEGNATO, C. & A.L. NUNES (2007): Distribution of *Cornops* grasshoppers (Leptisminae: Acrididae: Orthoptera) in Latin America and the Caribbean Islands. - Studies on Neotropical Fauna and Environment **42**(1): 11-24.

ADIS, J., LHANO, M., HILL, M., JUNK, W.J., MARQUES, M.I. & H. OBERHOLZER (2004): What determines the number of juvenile instars in the tropical grasshopper *Cornops aquaticum* (Leptysminae: Acrididae: Orthoptera)? - Studies on Neotropical Fauna and Environment **39**(2): 127-132.

AMORIM, M.A. & J. ADIS (1995): Desenvolvimento ninfal do gafanhoto neotropical semi-aquático *Stenacris fissicauda fissicauda* (BRUNER, 1908) (Orthoptera: Acrididae) em condiçoes controladas. - Acta Amazonica **25**: 73-92.

DAVID, J.F., GEOFFROY, J.J. & M.L. CÉLÉRIER (2003): First evidence for photoperiodic regulation of the life cycle in a millipede species, *Polydesmus angustus* (Diplopoda: Polydesmidae). - Journal of Zoology **260**: 111-116.

FERREIRA, S.A. & J. VASCONCELLOS-NETO (2001): Ecology, behavior and bionomics of *Cornops aquaticum* in Poconé, Brasil. - Neotropical Entomology **30**(4): 523-533.

FRANCESCHINI, M.C., CAPELLO, S., LHANO, M.G., ADIS, J. & M.L. DE WYSIECKI (2005): Morfometría de los estadios ninfales de *Cornops aquaticum* (Acrididae: Leptysminae) en Argentina. - Amazoniana **18**(3/4): 373-386.

GOPAL, B. (1987): Water Hyacinth. - Elsevier, Amsterdam.

JULIEN, M.H. & M.W. GRIFFITHS (1998): Biological control of weeds. A world catalogue of agents and their target weeds. - Fourth edition. CABI, Wallingford.

NYLIN, S. & K. GOTTHARD (1998): Plasticity in life-history traits. - Annual Review of Entomology **43**: 63-83.

OBERHOLZER, I.G. & M.P. HILL (2001): How safe is the grasshopper *Cornops aquaticum* for release on water hyacinth in South Africa? - In: JULIEN, M.H., HILL, M.P., CENTER, T.D. & DING JIANQING (eds.): Biological and integrated control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. ACIAR Proceedings **102**: 82-88.

OMKAR, P.A. (2002): Influence of temperatura on age specific fecundity of a ladybeetle, *Micraspis discolor* (FABRICIUS). - Insect Science and its Application **22**: 61-65.

PIESIK, D. (2006): Effects of temperature and photoperiod on the development and survival of the dock leaf beetle (*Gastroidea viridula* DEG.). - Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Biology, Volume 9, Issue 2. Online: http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue2/art-27.html

ROY, M., BRODEUR, J. & C. ClOUTIER (2002): Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). - Environmental Entomology **31**: 177-187.

SAMIETZ, J., KRODER, S., SCHNEIDER, D. & S. DORN (2005): Ambient temperature affects mechanosensory host location in a parasitic wasp. - Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology **192**(2): 151-157.

SILVEIRA-GUIDO, A. & B.D. PERKINS (1975): Biology and host specificity of *Cornops aquaticum* (BRUNER) (Orthoptera: Acrididae), a potencial biological control agent for waterhyacinth. - Environmental Entomology **4**(3): 400-404.

TANIGUCHI, N. & K. TOMIOKA (2003): Duration of development and number of nymphal instars are differentially regulated by photoperiod in the cricket *Modicogryllus siamensis* (Orthoptera: Gryllidae). - European Journal of Entomology **100**: 275-281.

VIEIRA, M.F. & A.C. SANTOS (2003): Duraçao do ciclo de vida de *Cornops aquaticum* (BRUNER, 1906) (Orthoptera: Acrididae: Leptysminae) e aspectos de seu comportamento alimentar na Amazonia central. - Acta Amazonica **33**(4): 711-714.

Tabla 1: Tiempo mínimo y máximo (A) y tiempo medio con desvío estándar (B) de días por estadio para el desarrollo ninfal completo en las distintas crías.

		Cria I	**Cría II**	**Cria III**	**Cria IV**	**Cria V**
Temperatura		36/3 ºC	27 °C	27 °C	36/4,5 °C	21 °C
Fotoperíodo		14/10 h	14/10 h	24 h	24 h	14/10 h
Supervivencia (%)		61,5	56,0	72,0	54,2	0
Estadio 2	A	6 - 10	6 - 10	4 - 11	6 - 16	-
	B	7,6 ± 1,4	7,3 ± 1,3	6,3 ± 2,5	8,2 ± 3,0	-
Estadio 3	A	4 - 17	4 - 9	4 - 7	9 -18	-
	B	9,0 ± 3,0	7,3 ± 1,5	6,1 ± 1,5	13,2 ± 2,7	-
Estadio 4	A	5 - 14	7 - 13	3 - 12	14 - 23	-
	B	11,0 ± 2,5	8,9 ± 1,8	7,1 ± 1,9	13,3 ± 2,7	-
Estadio 5	A	9 - 20	8 - 16	6 - 14	25 - 58	-
	B	15,0 ± 2,9	11,8 ± 2,1	8,5 ± 1,0	37,6 ± 9,7	-
Estadio 6	A	13 - 33	12	8 - 11	-	-
	B	22,0 ± 9,1	12,0	9,8 ± 1,1	-	-
TOTAL	A	28 - 71	28 - 47	25 - 41	58 - 107	-
	B	43,0 ± 13,2	36,1 ± 5,3	32,7 ± 4,9	74,9 ± 14,6	-

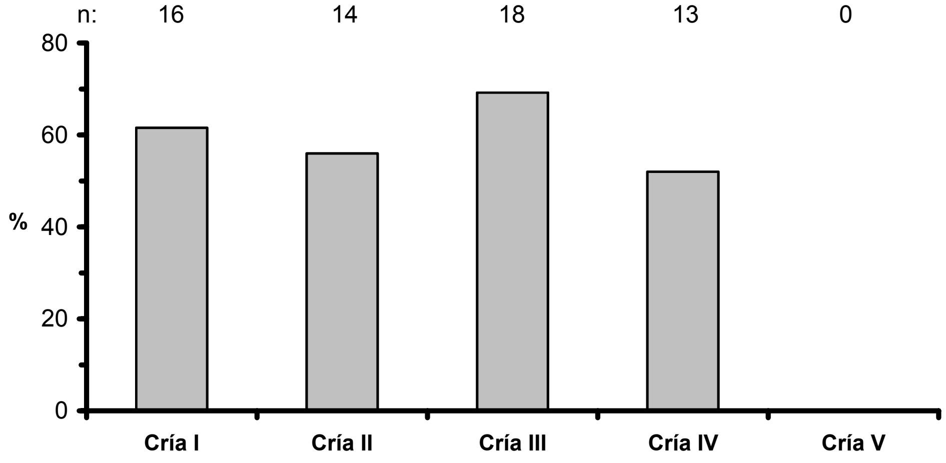


Fig. 1:
Supervivencia (porcentaje y número total) de ninfas que alcanzaron la etapa adulta en cada cría.

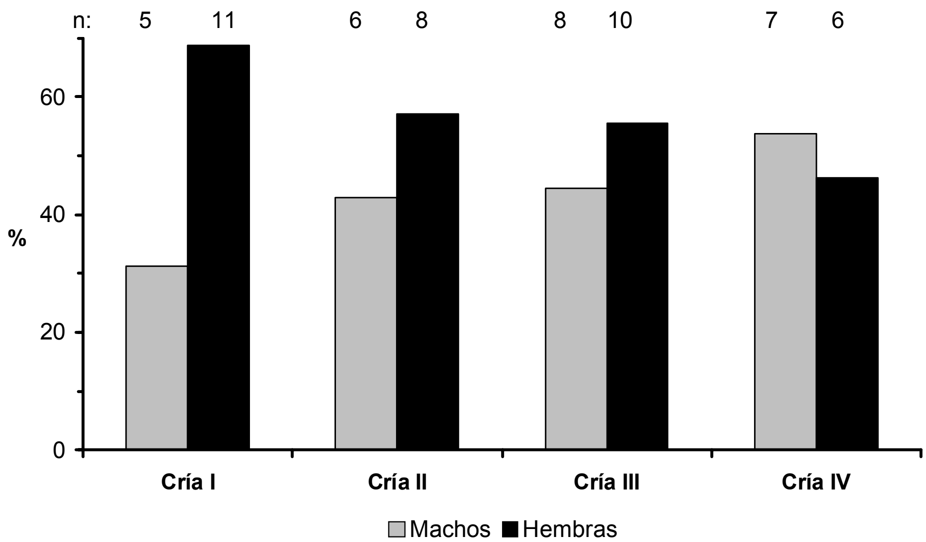


Fig. 2:
Porcentaje y número total de machos y hembras de cada cría. Se excluyó la cría 5 debido a que no hubo adultos.

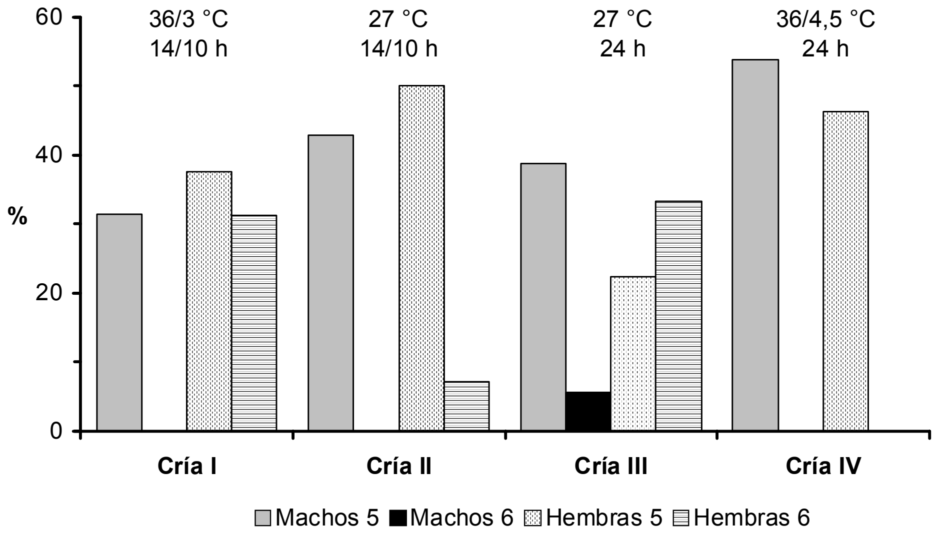


Fig. 3:
Porcentaje total de machos y hembras (con 5 y 6 estadios ninfales, respectivamente) en cada cría. Se excluyó la cría 5 debido a que no hubo supervivencia.